

Regionale Bodendifferenzierungen während der Würmeiszeit ¹⁾

Von KARL BRUNNACKER, München

Mit 3 Abbildungen im Text

Zusammenfassung. Die verschiedenartige Ausbildung der würmeiszeitlichen Lößprofile wird auf Unterschiede in der zeitlichen und räumlichen Klimadifferenzierung unter Berücksichtigung des jeweiligen Einzelstandortes zurückgeführt. Demnach kann eine Profildifferenzierung von trockenen zu feuchten Landschaften unterschieden werden, sowie von einem kontinentalen zu einem ozeanischen Klimabereich. Infolge der zeitlichen Klimadifferenzierung von feucht zu trocken, mit Oszillationen, breitet sich im Laufe der Würmeiszeit die Lößfazies mit ein bzw. zwei eingeschalteten Tundrenböden aus dem kontinentalen Klimabereich auf Kosten des ozeanischen mit seiner scheinbar ungegliederten Fließerdefolge aus. Es tritt also ein vertikaler und horizontaler Fazieswechsel auf.

Summary. The different structures of the Würm-Glacial loess-profiles seem to correspond to differences in the climatic differentiation of time and room with respect to the particular position. According to that, we may distinguish a profile-differentiation as well from dry to humid soils, as from a continental to an oceanic climate. In consequence of the climatic differentiation from dry to humid, with oscillations, the loess-facies increases in the course of the Würm-Glacial with one resp. two enclosed Tundra-soils from the continental climate at the cost of the oceanic climate with its seemingly undivided „Fließerde“. We have so the result of a vertical and a horizontal change of facies.

Auf regionale Unterschiede in der Ausbildung der Lößprofile wurde schon mehrfach hingewiesen (R. LAIS 1951, F. BRANDTNER 1954, J. FINK 1954, J. FINK & H. MAJDAN 1954, K. BRUNNACKER 1954a, 1955). Vor allem haben sich bei der Bearbeitung des würmeiszeitlichen Lösses in Bayern Unterschiede gezeigt zwischen der Ausbildung der Lößprofile der trockeneren gegenüber der feuchteren Gebiete und weiter in der Ausbildung in Südbayern gegenüber der von Mainfranken. Diese Unterschiede können zur Grundlage einer weiträumigeren Betrachtung gemacht werden. Nachdem an anderer Stelle die jungpleistozäne Bodenentwicklung in Bayern sowohl in ihrer zeitlichen wie räumlichen Differenzierung eingehend behandelt werden wird (K. BRUNNACKER 1954b), genügt hier eine Zusammenfassung der Ergebnisse.

Die Grundlage einer regionalen Betrachtung der Profilausbildung geht von Einzelprofilen aus, die Ausdruck der jeweiligen heutigen Aufschlußlage und darin wiedergepiegelten örtlichen Situation sind. Es ist also nötig, möglichst viele solche Einzelaufschlüsse innerhalb eines jeden Klimabereiches zu sammeln, um daraus durch Kombination Näheres über den typischen Aufbau der Lößprofile des jeweiligen Gebietes sagen zu können.

Unter dem würmeiszeitlichen Löß und seinen Fließerden liegt der riß-würminterglaziale Boden. Dieser ist auf Löß der vorletzten Kaltzeit in ebener Lage als Pseudogley (gleyartiger Boden) und in Hanglage als Braunerde entwickelt. Diese Braunerde ist allerdings in den allermeisten Fällen nicht mehr vollständig anstehend erhalten, weil ihre obersten Horizonte durch das intensive Bodenfließen der beginnenden Würmeiszeit abgetragen wurden.

Als Beispiel für den über dem mehr oder weniger weit geköpften riß-würminterglazialen Boden folgenden würmeiszeitlichen Profilaufbau möge die schematische Abbildung 1 genügen. Sie zeigt die Abhängigkeit des Profilaufbaues von der Geländelage. Da die Hangneigung, die Hangrichtung, das Einzugsgebiet der Fließerden, die regionale Differenzierung und schließlich auch die örtlichen Aufschlußverhältnisse wechseln, kann man gar nicht erwarten, daß ein Aufschluß dem anderen gleicht.

¹⁾ Referat auf der Hauptversammlung der Deutschen Quartärvereinigung in Laufen/Obby. am 4. September 1955, nebst Zusammenfassung der im Rahmen der anschließenden Exkursion nach Niederösterreich gemachten Diskussionsbemerkungen.

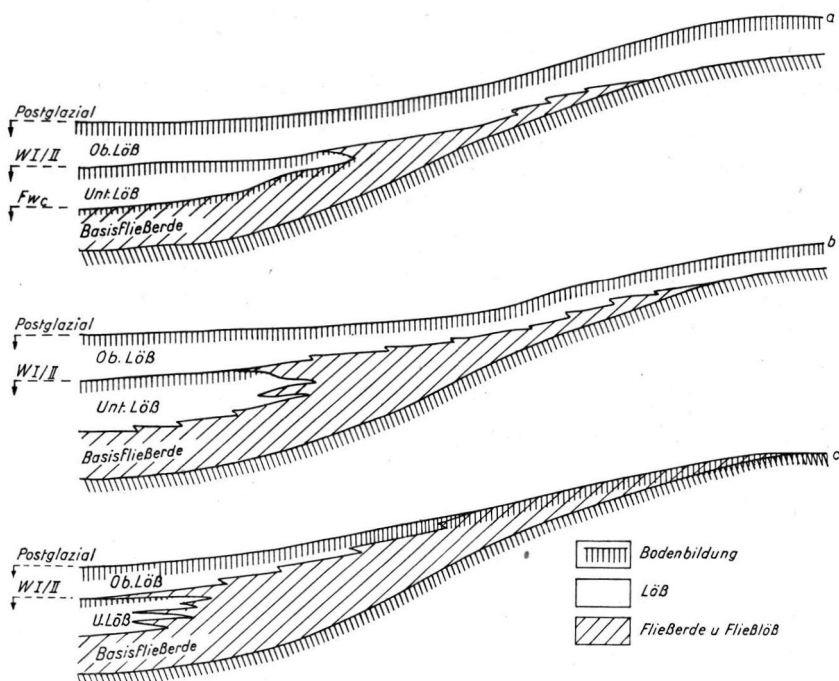


Abb. 1. Beziehung zwischen Geländelage und Profilausbildung (schematisch) a) Donauebiet zwischen Regensburg und Isarmündung, b) Mainfranken, im Trockengebiet zwischen Schweinfurt und Würzburg, c) Mainfranken, im feuchteren Bereich, z. B. am Spessartstrand.

Weiter ist es nötig, den vollständigsten Profilaufbau als Grundlage der zeitlichen Gliederung, der Gesetzmäßigkeiten im faziellen Wechsel der einzelnen Schichten und Horizonte und deren Ursachen kennenzulernen. Im niederbayerischen Donauebiet ist innerhalb Bayerns der würmeiszeitliche Löß am mächtigsten entwickelt. Dort kann der Ablauf der letzten Kaltzeit am besten gegliedert werden:

Vergleich mit Nordwürttemberg
(H. FREISING 1949):

W II :	Oberer Löß	Löß IIIb
W I/II :	Tundrenboden	Naßboden III
W I :	Unterer Löß	Löß IIIa
Früh- glazial	Fw c) Tundrenboden	Fließ- erde
	Fw b) Flugsand-Sandlöß im Wechsel mit Basisfließerde	
	Fw a) Lücke bzw. Solifluktionsdiskordanz	
R/W	Pseudogley oder Aueboden auf sandig-lehmigen Deckschichten der jüngeren Hochterrasse (teilweise im Fw a abgetragen).	

Dazu kommen für die Zeit des spätglazialen Eisrückzuges die schon erwähnten Unterschiede in der Ausbildung der jungmoränennahen Niederterrassenböden (K. BRUNNACKER 1954a).

Die Tundrenböden sind teils in der trockenen Fazies des „Braunen Verwitterungshorizontes“ entwickelt und teils in der nassen Fazies des „Tundren-Naßbodens“, oder sie werden durch Fließerden und Fließlöß vertreten.

Vom Regensburger Gebiet — dem trockensten Bereich Südbayerns — ausgehend, treten nach Süden zu an die Stelle des Braunen Verwitterungshorizontes im Fw c und

W I/II Tundren-Naßböden mit nach Süden zunehmender Intensität der Vergleyung. Auch der Untere Löß nimmt in dieser Richtung an Mächtigkeit ab und wird damit meistens kalkarm. Manchmal ist dieser Untere Löß aber auch schon in der Regensburger Gegend etwas durch Nässe in Form schwacher Vergleyung beeinflusst. Auf der klimatischen Breite von München wird auch der Obere Löß durch zunehmende Nässeinwirkung eisenfleckig, grau verfärbt und primär kalkarm. Diese Ausbildung leitet zur Decklehmfazies über, in welcher eine Feingliederung der Profile nicht mehr möglich ist. Die früher gegebene Übersicht (K. BRUNNACKER 1954 a) konnte also dahingehend ergänzt werden, daß sich in Südbayern teilweise zwischen Basisfließerde und Unterem Löß ein weiterer Tundrenboden einschleibt. Dieser Boden war erst im Bereich der mächtigen Lößlager des niederbayerischen Donauebietes eindeutig nachzuweisen, weil dort der verhältnismäßig mächtige Untere Löß die beiden Böden trennt. Dagegen ist in dem Bereich mit geringmächtigem Unterem Löß und starker Vergleyung in W I/II nur schwer zu entscheiden, ob der vergleyte hangende Teil der Basisfließerde durch eine eigene Bodenbildung (des Fw c) überprägt wurde oder ob es sich um ein bodenkundliches Profil (des W I/II) auf geologisch zweischichtigem Substrat handelt. Außerdem liegen im Bereich zwischen Straubing und Isareinmündung im Horizont des Fw b kalkreicher Flugsand und Sandlöß. Aber auch sonst ist der Zeitabschnitt Fw a von dem Fw b wenigstens in Südbayern dadurch unterschieden, daß im Fw a das Bodenfließen viel stärker entwickelt war als im Fw b; d. h. die Intensität des Bodenfließens war zu Beginn der Würmeiszeit am stärksten und hat dann bereits in der Zeit, aus der in Südbayern die Hauptmasse der abgelagerten Fließerde zu stammen scheint, nachgelassen.

Hinsichtlich der zeitlichen Klimaabfolge wird aus dem Aufbau der Lößprofile in Südbayern geschlossen, daß das würmeiszeitliche Klima vom Fw a zum W II hin zunehmend trockener geworden ist. Innerhalb dieses Ablaufes waren die Abschnitte Fw a, Fw c und W I/II verhältnismäßig feucht und die Abschnitte Fw b, W I und W II verhältnismäßig trocken, wobei jeder Abschnitt gegenüber dem vorhergegangenen vergleichbaren etwas trockener ausgebildet war. Es lassen sich damit eine Reihe von Oszillationen innerhalb des zeitlichen Gesamtablaufes von Feucht zu Trocken erkennen.

In Mainfranken spielt gegenüber Südbayern das Bodenfließen eine viel größere Rolle (K. BRUNNACKER 1955). Dort geht auch in den trockensten Gebieten die Basisfließerde in den Unteren Löß über ohne Ausbildung eines dazwischengeschalteten Tundrenbodens, so daß der Abschnitt Fw c höchstens andeutungsweise manchmal zu erkennen ist. An Stelle syndementärer Vergleyung des Unteren Lösses treten dort bei geeigneten Geländelagen bevorzugt Fließerden und Fließlöße auf. Der W I/II-Boden, der in den trockensten Gebieten Mainfrankens noch in der Fazies des Braunen Verwitterungshorizontes entwickelt ist, geht in den feuchteren Landesteilen in einen wenig ausgeprägten Tundren-Naßboden über, an dessen Stelle verhältnismäßig leicht Fließerden treten können (Abb. 1). In den äußersten isolierten Lößflächen Mainfrankens liegt teilweise sogar nur Löß auf unegliedelter Fließerde.

Kryoturbationen finden sich in Südbayern entlang der Untergrenze der beiden würmeiszeitlichen Löss. Die Intensität dieser Frostbodenerscheinungen nimmt nach Süden, also in den Bereich feuchteren Klimas hin, zu. Sie fehlen in Mainfranken. Dagegen kommen Frostspalten in Mainfranken sehr häufig vor. Sie scheinen dort vor allem im Bereich der frühglazialen Basisfließerde aufzutreten.

In Südbayern zeigt also die Differenzierung der Lößprofile von den trockenen zu den feuchten Gegenden eine zunehmende Tendenz zur Vergleyung; selbstverständlich wird damit die Bedeutung des Bodenfließens nicht ausgeschaltet. In Mainfranken zeigt dagegen die Differenzierung von trockenen zu feuchten Gegenden einen zunehmenden Einfluß des Bodenfließens ohne die aus Südbayern erwähnte zunehmende Tendenz zur Vergleyung. Ein Vergleich der südbayerischen Ausbildung mit der von Mainfranken

weist für Mainfranken auf stärkeres Bodenfließen hin, an dessen Stelle in Südbayern teilweise eher Tundrenböden treten (Abb. 2).

Diese regionalen Unterschiede zwischen Südbayern und Mainfranken werden auf den Wechsel einer verhältnismäßig kontinentalen Klimaprovinz zu einer verhältnismäßig ozeanischen hin zurückgeführt, sowie darauf, daß es im Vergleich zu den heutigen Klimadaten in Mainfranken wenigstens während der eiszeitlichen Sommer unverhältnismäßig kälter war als in Südbayern.

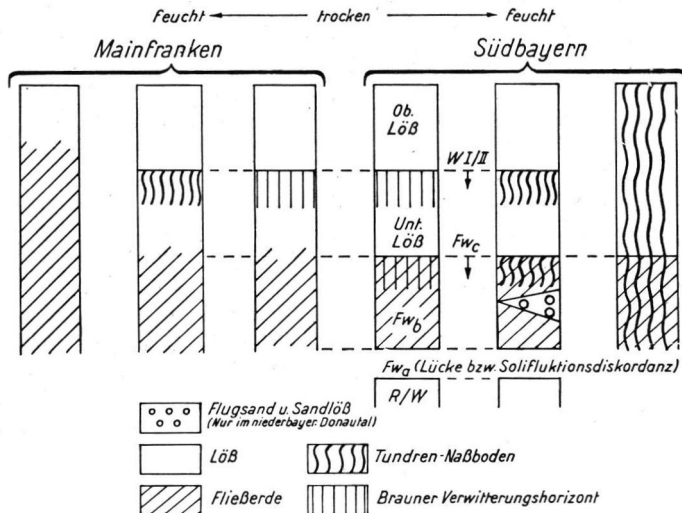


Abb. 2. Gegenüberstellung des Fazieswechsels in der Profilausbildung von trockenen zu feuchten Gebieten in Südbayern und in Mainfranken.

Auch die anderen, besser bekannten Lößgebiete SW-Deutschlands lassen ihrer bisherigen Beschreibung nach ähnliche Verhältnisse wie in Mainfranken erwarten. Aus dem seit langem untersuchten Lößstreifen, der südlich an das lößfreie Gebiet im Umkreis des nordischen Inlandeis angrenzt, konnte aber bisher die typische Abfolge der letzten Kaltzeit in ihrer aus Süddeutschland bekannten Differenzierung nicht nachgewiesen werden (vgl. H. POSER 1951). Es liegt dort ungegliederter Löß auf Fließerde, Fließlöß oder Steinpflaster. Die Differenzierung der Profile in Bayern macht es unwahrscheinlich, daß nach dorthin der W I/II-Boden im Löß auskeilt, sondern daß vielmehr die Fließerdefazies dort zeitlich länger anhält (Abb. 3). Das nördlich anschließende lößfreie Gebiet ist dann als Frostschuttundra zu deuten, wo sich wegen der geringen Sommerwärme nur spärliche Vegetation und damit kein Löß halten konnte. Erst als es dort im zeitlichen Ablauf etwas wärmer wurde — vielleicht weil das Inlandeis zurückzuschmelzen begann — konnte auch die Lößfazies etwas nach Norden in den Bereich der ursprünglichen Frostschuttundra transgredieren.

Man darf erwarten, daß der einfachere Profilaufbau in jedem Lößgebiet vorkommt, daß aber die stärker gegliederten Profile Optimaltypen für bestimmte Landschaften darstellen, mit einer zunehmenden Differenzierung von W nach O, bzw. N. nach S. Nach Niederösterreich hin, von wo eine Reihe neuerer Lößbearbeitungen vorliegen (F. BRANDTNER 1954, J. FINK & H. MAJDAN 1954, Geologische Bundesanstalt 1955), muß mit einer noch kontinentaleren Klimaausbildung als in Südbayern gerechnet werden, d. h. vor allem mit zurücktretendem Bodenfließen und einer weiteren Einengung des Bodenfließens auf das Fw a.

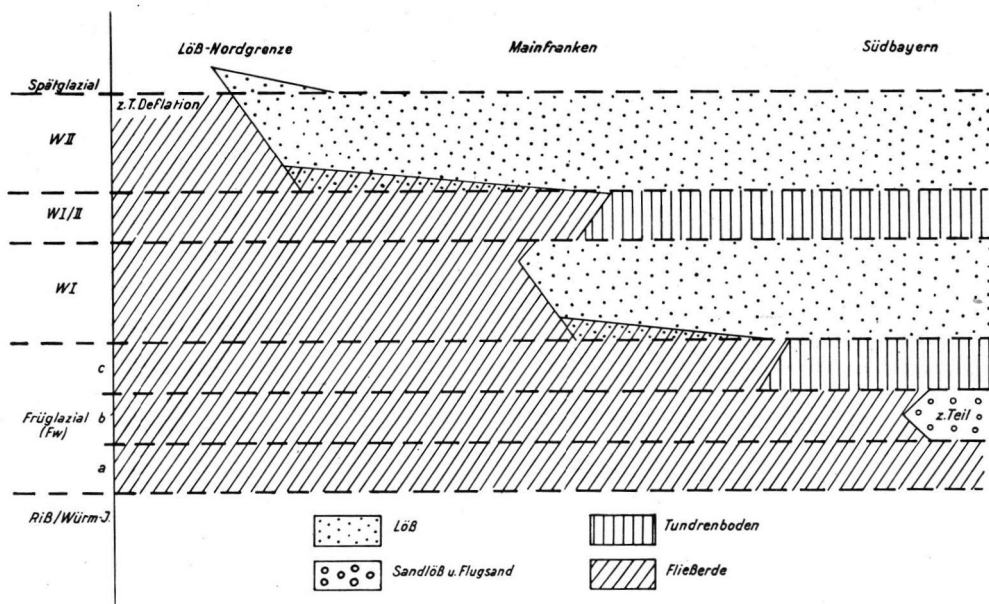


Abb. 3. Regionaler Fazieswechsel von Südbayern über Mainfranken zur Löß-Nordgrenze.

Die an die Deuqua-Tagung 1955 in Laufen anschließende Exkursion nach Niederösterreich hat m. E. diese Auffassung bestätigt und hat gezeigt — soweit eine derartige Exkursion zu einer Urteilsbildung überhaupt geeignet ist —, daß die Lößprofile in Oberösterreich bis einschließlich Linz sich zwanglos an die aus Südbayern bekannten Verhältnisse anschließen lassen. In Niederösterreich hat Lößablagerung auf den der Niederterrasse benachbarten Flächen zu Beginn der Würmeiszeit, zumal es dort bereits verhältnismäßig trocken war, stattgefunden. Im Laufe der noch trockener werdenden Würmeiszeit wurde dort die Vegetation infolge Trockenheit aber soweit wieder reduziert, daß die Deflation in den trockensten Bereichen die zuvor abgelagerten Löss erfassen konnte.

Der braune Basisboden mit seinem Ca-Horizont im „Stillfrieder Bodenkomplex“ steht typologisch dem nächstälteren viel näher als dem „Stillfried B“. Er wird deshalb unserem R/W-interglazialen Boden gleichgestellt. Seine unterschiedliche Ausbildung gegenüber dem nächstälteren Boden könnte wie in Südbayern — bei hier selbstverständlich etwas feuchteren Bedingungen — auf etwas trockenere Verhältnisse im Riß-Würm-Interglazial gegenüber der vorletzten Warmzeit zurückgeführt werden. Auf Grund der Beziehung zwischen Terrassen, warmzeitlichen Böden und Löß im niederbayerischen Donauebiet wird diese vorletzte Warmzeit zwischen eine ältere und eine jüngere Riß-eiszeit gestellt. Den in den oberen Teil des „Stillfrieder Bodenkomplexes“ eingeschalteten Humuszonen scheint ein Ca-Horizont zu fehlen. Dies spricht zusammen mit den Lagerungsverhältnissen in der Ortschaft Stillfried nicht für eine autochthone Humusbildung, sondern für durch Wind verwehtes humoses Bodenmaterial. Der in Niederösterreich als „Stillfried B“ bezeichnete Boden zeigt die gleiche Ausbildung, die der aus Bayerns Trockengebieten erwähnte Braune Verwitterungshorizont besitzt.

Infolge des Zusammenwirkens von zeitlichen und räumlichen Klimadifferenzierungen während der Würmeiszeit kann man eine verhältnismäßig gute Feingliederung für den Beginn der Würmeiszeit in den kontinentaleren Klimabereichen durchführen; mit dem Vordringen der Lößfazies von dort nach W und N verlagern sich die Gebiete der besten Feingliederung weiter nach dorthin.

Schrifttum

- BRANDTNER, F.: Jungpleistozäner Löß und fossile Böden in Niederösterreich. - Eiszeitalter und Gegenwart **4/5**, S. 49-82, Öhringen 1954.
- BRUNNACKER, K.: Der würmeiszeitliche Löß in Südbayern. - *Geologica Bavarica* **19**, S. 258-265, München 1953. - - Löß und diluviale Bodenbildungen in Südbayern. - Eiszeitalter und Gegenwart **4/5**, S. 83-86, Öhringen 1954 (1954a). - - Die jungpleistozäne Bodenentwicklung in Bayern. - Manuskript 1954 (1954b). - - Würmeiszeitlicher Löß und fossile Böden in Mainfranken. - *Geologica Bavarica* **25**, S. 22-38, München 1955.
- BÜDEL, J.: Die räumliche und zeitliche Gliederung des Eiszeitklimas. - *Die Naturwissenschaften* **36**, S. 105-112 u. S. 133-139, Berlin 1949.
- FINK, J.: Die fossilen Böden im österreichischen Löß. - *Quartär* **6**, S. 85-107, 1954.
- FINK, J., & MAJDAN, H.: Zur Gliederung der pleistozänen Terrassen des Wiener Raumes. - *Jb. geol. Bundesanstalt* **97**, S. 211-249, Wien 1954.
- FREISING, H.: Löße, Fließerden und Wanderschutt im nördlichen Württemberg. - Diss. TH Stuttgart 1949. - - Gibt es in Hessen drei Würm-Löße? - *Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver.*, NF. **35**, S. 54-66, Stuttgart 1954.
- GEOL. BUNDESANSTALT WIEN: Beiträge zur Pleistozänforschung in Österreich. - *Verh. geol. Bundesanst.*, Sonderheft D, Wien 1955.
- LAIS, R. †: Über den jüngeren Löß in Niederösterreich, Mähren und Böhmen. - *Ber. naturforsch. Ges. Freiburg i. Br.* **41**, S. 119-168, Freiburg 1951.
- POSER, H.: Die nördliche Lößgrenze in Mitteleuropa und das spätglaziale Klima. - *Eiszeitalter und Gegenwart* **1**, S. 27-55, Öhringen 1951.
- SCHÖNHALS, E.: Über einige wichtige Lößprofile und begrabene Böden im Rheingau. - *Notizbl. hess. Landesanst. f. Bodenforschung* (6) **1**, S. 244-259, Wiesbaden 1950. - - Über fossile Böden im nichtvereisten Gebiet. - *Eiszeitalter und Gegenwart* **1**, S. 109-130, Öhringen 1951.
- WEINBERGER, L.: Die Periglazial-Erscheinungen im österreichischen Teil des eiszeitlichen Salzach-Vorlandgletschers. - *Göttinger geograph. Abh.* **15**, S. 11-84, Göttingen 1954.
- Manusk. eingeg. 20. 9. 1955.
- Anshr. des Verf.: Dr. K. BRUNNACKER, Bayer. Geolog. Landesamt, München, Prinzregentenstr. 28.